

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-345331

(43)Date of publication of application : 14.12.1999

(51)Int.Cl. G06T 5/20  
G06T 1/00  
H04N 1/409

(21)Application number : 10-154383

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 03.06.1998

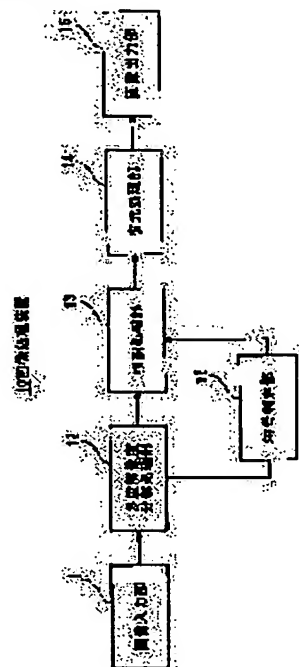
(72)Inventor : KAJI DAISUKE  
YANAGIDA AKIKO

## (54) PICTURE PROCESSING METHOD AND PICTURE PROCESSOR

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a picture processing method and a picture processor, which can emphasize only the required signal component of an outline without emphasizing a noise component contained in picture.

SOLUTION: A decomposition means 12 decomposing a picture for every frequency band by converting the picture into a multiplex resolution space, an emphasis processing means 13 emphasizing the picture at least in one frequency band among the picture of the decomposed frequency bands, a restoration means 14 obtaining a processed picture signal by inversely converting the picture of the frequency band which is emphasized and the picture of the other frequency band and a judgment means 16 deciding the emphasis degree for deciding the degree of an emphasis processing based on the picture signal value of a plurality of frequency bands containing at least one of frequency bands, which are to be emphasized, are provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-345331

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 6 T 5/20

G 0 6 F 15/68

4 0 5

1/00

15/62

3 9 0 C

H 0 4 N 1/409

H 0 4 N 1/40

1 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-154383

(22) 出願日

平成10年(1998)6月3日

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 梶 大介

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

(72) 発明者 柳田 亜紀子

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

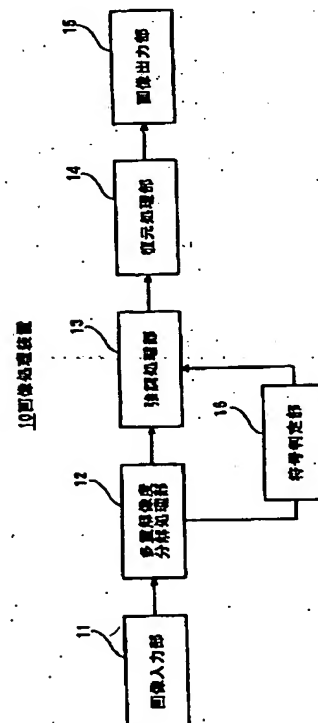
(74) 代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理方法および画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能な画像処理方法および画像処理装置を提供する。

【解決手段】 画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域毎に分解する分解手段12と、該複数の周波数帯域毎に分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施す強調処理手段13と、該強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより処理済み画像信号を得る復元手段14と、前記強調処理の度合を定めるための強調度を、前記強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定する判定手段16と、を備えたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域毎に分解し、該複数の分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施し、該強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより処理済み画像信号を得る画像処理方法であって、

前記強調処理の度合を定めるための強調度を、前記強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定する、

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 前記強調度を、連続する複数の周波数帯域を含む画像信号値に基づいて決定する、

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理方法。

【請求項3】 前記複数の周波数帯域の画像の信号値に基づいて、複数の周波数帯域の画像信号値に適用する強調度を決定する、

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理方法。

【請求項4】 前記強調度を、前記画像信号値の符号に基づいて決定する、

ことを特徴とする請求項2または請求項3のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項5】 前記複数の周波数帯域について対応する画像信号値の符号を調べ、複数の画像信号値の符号がすべて一致した場合に強調を行なうべく前記強調度を決定する、

ことを特徴とする請求項4記載の画像処理方法。

【請求項6】 前記強調度を、少なくとも一つの周波数帯域の画像信号値に依存して定まる関数である強調係数を算出することにより決定する、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項7】 前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ラプラシアンピラミッド法を用いる、ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項8】 前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ウェーブレット変換を用いる、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項9】 画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域毎に分解し、該複数の分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施し、該強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより処理済み画像信号を得る画像処理手段を備え、

前記画像処理手段は、前記強調処理の度合を定めるため

の強調度を、前記強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定する、

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】 前記画像処理手段は、連続する複数の周波数帯域を含む画像信号値に基づいて強調度を決定する、

ことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

【請求項11】 前記画像処理手段は、前記複数の周波数帯域の画像の信号値に基づいて、複数の周波数帯域の画像信号値に適用する強調度を決定する、

ことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

【請求項12】 前記画像処理手段は、前記画像信号値の符号に基づいて前記強調度を決定する、

ことを特徴とする請求項10または請求項11のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項13】 前記画像処理手段は、前記複数の周波数帯域について対応する画像信号値の符号を調べ、複数の画像信号値の符号がすべて一致した場合に強調を行なうべく前記強調度を決定する、

ことを特徴とする請求項12記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記画像処理手段は、少なくとも一つの周波数帯域の画像信号値に依存して定まる関数である強調係数を算出することにより前記強調度を決定する、ことを特徴とする請求項9乃至請求項13のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項15】 前記画像処理手段は、前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ラプラシアンピラミッド法を用いる、

ことを特徴とする請求項9乃至請求項13のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記画像処理手段は、前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ウェーブレット変換を用いる、

ことを特徴とする請求項9乃至請求項13のいずれかに記載の画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は画像の所定の周波数成分を強調処理する画像処理方法およびそのような画像処理を行なう画像処理装置に関し、特に、所望の信号成分のみを強調する画像処理方法および画像処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 画像信号に対して各種の画像処理を施した後に画像を再生または表示することが各種の分野で行われている。そして、この画像信号として強調処理を行なうことで、輪郭などを明瞭にすることが行われている。

【0003】 このような画像処理として、画像信号の低

周波数成分のみを抽出した非鮮鋭画像を作成し、この非鮮鋭画像を原画像の画像信号から減算することで、高周波成分を強調した画像信号を得ることが知られている。

【0004】また、原画像の画像信号をフーリエ変換などの周波数成分に変換し、この周波数成分において所定の周波数の強調を行った後に、逆変換することで、所望の強調を行った画像信号を得ることが知られている。

【0005】また、画像を多重解像度空間に変換することにより、画像を複数の周波数帯域毎に分解し、複数の分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施し、強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより処理済み画像信号を得る画像処理も知られている。

【0006】この場合、強調を行なう周波数帯域における画素値によってその強調度を決定していた。ここで、画素値を $x$ 、階調を $m$ とした場合、 $0 < p < 1$ とすると、強調処理された画素値 $y$ は、  
 $y = m * (-x/m)^{-p}$  但し、 $x < 0$ の場合、  
 $y = m * (x/m)^{-p}$  但し、 $x \geq 0$ の場合、  
 のように決定していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、いずれの画像処理であっても、ノイズ成分と画像信号成分とを分け、画像信号成分のみに所望の強調処理を施すことはできなかった。そのため、強調する周波数帯域に含まれるノイズ成分も強調する結果を招いていた。

【0008】本発明は上記技術的課題に鑑みてなされたものであって、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能な画像処理方法および画像処理装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、上記課題を解決する本願発明は以下に述べるようなものである。

(1) 請求項1記載の発明は、画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域毎に分解し、該複数の分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施し、該強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより処理済み画像信号を得る画像処理方法であって、前記強調処理の度合を定めるための強調度を、前記強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定する、ことを特徴とする画像処理方法である。

【0010】また、請求項9記載の発明は、画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域毎に分解し、該複数の分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調

処理を施し、該強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより処理済み画像信号を得る画像処理手段を備え、前記画像処理手段は、前記強調処理の度合を定めるための強調度を、前記強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定する、ことを特徴とする画像処理装置である。

【0011】この発明では、画像を多重解像度空間に変換して複数の周波数帯域毎に分解し、複数の分解された各周波数帯域の画像のうちの少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施した後に、周波数帯域の画像を逆変換しており、この際に、強調処理の度合を定めるための強調度を、強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定している。

【0012】このように、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて強調処理を行なうことで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを区別することが可能になり、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能になる。

【0013】(2) 請求項2記載の発明は、前記強調度を、連続する複数の周波数帯域を含む画像信号値に基づいて決定する、ことを特徴とする請求項1記載の画像処理方法である。

【0014】また、請求項10記載の発明は、前記画像処理手段は、連続する複数の周波数帯域を含む画像信号値に基づいて強調度を決定する、ことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置である。

【0015】このように連続する複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて強調度を決定することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを区別することが容易になる。

【0016】(3) 請求項3記載の発明は、前記複数の周波数帯域の画像の信号値に基づいて、複数の周波数帯域の画像信号値に適用する強調度を決定する、ことを特徴とする請求項1記載の画像処理方法である。

【0017】また、請求項11記載の発明は、前記画像処理手段は、前記複数の周波数帯域の画像の信号値に基づいて、複数の周波数帯域の画像信号値に適用する強調度を決定する、ことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置である。

【0018】このように複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて、複数の周波数帯域に適用する強調度を決定することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを区別することが容易になると共に、複数の周波数帯域から得た情報を複数の周波数帯域に適用することで、複数の帯域にまたがる輪郭などの所望の信号成分を強調することが可能となる。

【0019】(4) 請求項4記載の発明は、前記強調度

を、前記画像信号値の符号に基づいて決定する、ことを特徴とする請求項2または請求項3のいずれかに記載の画像処理方法である。

【0020】また、請求項12記載の発明は、前記画像処理手段は、前記画像信号値の符号に基づいて前記強調度を決定する、ことを特徴とする請求項10または請求項11のいずれかに記載の画像処理装置である。

【0021】このように、複数の周波数帯域の画像信号値の符号に基づいて強調度を決定することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを明確に区別することが可能になり、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能になる。

【0022】(5) 請求項5記載の発明は、前記複数の周波数帯域について対応する画像信号値の符号を調べ、複数の画像信号値の符号がすべて一致した場合に強調を行なうべく前記強調度を決定する、ことを特徴とする請求項4記載の画像処理方法である。

【0023】また、請求項13記載の発明は、前記画像処理手段は、前記複数の周波数帯域について対応する画像信号値の符号を調べ、複数の画像信号値の符号がすべて一致した場合に強調を行なうべく前記強調度を決定する、ことを特徴とする請求項12記載の画像処理装置である。

【0024】このように、複数の周波数帯域の画像信号値の符号が一致した場合に強調処理を実行することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを明確に区別し、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能になる。

【0025】(6) 請求項6記載の発明は、前記強調度を、少なくとも一つの周波数帯域の画像信号値に依存して定まる関数である強調係数を算出することにより決定する、ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像処理方法である。

【0026】また、請求項14記載の発明は、前記画像処理手段は、少なくとも一つの周波数帯域の画像信号値に依存して定まる関数である強調係数を算出することにより前記強調度を決定する、ことを特徴とする請求項9乃至請求項13のいずれかに記載の画像処理装置である。

【0027】このように、強調係数を算出することで、強調度を代数的な演算のみによって得ることができ、処理の迅速化を図ることが可能になる。

(7) 請求項7記載の発明は、前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ラプラシアンピラミッド法を用いる、ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像処理方法である。

【0028】また、請求項15記載の発明は、前記画像処理手段は、前記多重解像度空間への変換および前記逆

変換について、ラプラシアンピラミッド法を用いる、ことを特徴とする請求項9乃至請求項13のいずれかに記載の画像処理装置である。

【0029】このように、ラプラシアンピラミッド法を用いて多重解像度空間への変換と多重解像度空間からの逆変換を行なうことで、上述した各請求項における処理を迅速に行なうことが可能になる。

【0030】(8) 請求項8記載の発明は、前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ウェーブレット変換を用いる、ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像処理方法である。

【0031】また、請求項16記載の発明は、前記画像処理手段は、前記多重解像度空間への変換および前記逆変換について、ウェーブレット変換を用いる、ことを特徴とする請求項9乃至請求項13のいずれかに記載の画像処理装置である。

【0032】このように、ウェーブレット変換を用いて多重解像度空間への変換と多重解像度空間からの逆変換を行なうことで、任意の方向についての強調処理を行なうことが可能になる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態例を詳細に説明する。

＜画像処理装置の構成＞図1は本実施の形態例の画像処理方法を実行する装置、また、本実施の形態例の画像処理装置についての構成を示す機能ブロック図である。

【0034】この図において、画像処理装置10は、外部の機器からの画像データを受ける画像入力部11、入力された画像データを多重解像度分解処理により多重解像度空間に変換する多重解像度分解処理部12、多重解像度分解処理により複数の周波数帯域に分解された画像データのうちの所定の周波数帯域に対して強調処理を施す強調処理部13、強調処理が施された周波数帯域の画像データおよび他の周波数帯域の画像データを逆変換することにより処理済み画像データを得る復元処理部14、復元処理された画像データを可視像として出力する画像出力部15、前記強調処理の度合を定めるための強調度を、前記強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定する符号判定部16から構成されている。

【0035】＜画像処理の処理手順＞ここで、図2以降の詳細説明図を参照しつつ、本実施の形態例の動作説明を行う。

【0036】(A) 多重解像度分解処理：図2は多重解像度分解処理部12の構成の一例を示すブロック図である。なお、本実施の形態例においては、ラプラシアンピラミッド法により画像信号Sを多重解像度の画像に分解するものとする。このラプラシアンピラミッド法によれば迅速な処理が可能となるが、他の手法を用いることも可能である。

【0037】図2に示すように、原画像を表すデジタルの画像信号Sが多重解像度分解処理部12に入力されると、まず、ローパスフィルタを構成するフィルタリング手段121aによりフィルタリングされる。

【0038】このようなローパスフィルタによりフィルタリングされた画像信号Sは1画素おきにサンプリングされることで、低解像度近似画像g1が生成される。この低解像度近似画像g1は、原画像の1/4の大きさになっている。

【0039】ついで、補間手段122aにおいて、この低解像度近似画像g1のサンプリングされた間隔に値が0の画素が補間される。この補間は、低解像度近似画像g1の列毎および1行ごとに値が0の行および列を挿入することにより行なう。なお、このように補間された低解像度近似画像は、1画素おきに値が0の画素が挿入されているため、信号値の変化が滑らかではない状態になっている。そして、このような補間が行われた後に、補間手段122aに含まれるローパスフィルタにおいて、再度フィルタリングを施し、低解像度近似画像g1'を得る。この低解像度近似画像g1'は、前記した補間直後の低解像度近似画像に比べると信号値の変化が滑らかな状態になっている。

【0040】この低解像度近似画像g1'は、画像を1/4にした後に1画素おきに0の補間とフィルタリングとをすることにより、原画像の空間周波数の半分より高い周波数が消えた状態になっている。

【0041】そして、減算器123aにより、原画像から低解像度近似画像g1'の減算を行って、細部画像b0を得る。この減算は、原画像と低解像度近似画像g1'との対応する画素の間で実行される。これにより、細部画像b0は、原画像の空間周波数の半分より高い周波数帯域のみを示す画像になる。すなわち、ナイキスト周波数をNとすると、 $N/2 \sim N$ の周波数帯域の画像である。

【0042】さらに、前述したローパスフィルタ121aからの低解像度近似画像g1が、ローパスフィルタ121bによってフィルタリング処理される。これにより低解像度近似画像g1は、さらに1画素おきにサンプリングされて1/4（もとの1/16）の低解像度近似画像g2に変換される。そして、この低解像度近似画像g2にも、補間手段122bと減算器123bとによって同様の処理が施されて、低解像度近似画像g2'から細部画像b1が生成される。これにより、細部画像b1は、ナイキスト周波数をNとすると、 $N/4 \sim N/2$ の周波数帯域の画像である。

【0043】このような処理を順次繰り返すことで、ローパスフィルタ121により生成された低解像度近似画像gk（ここで、 $k=1 \sim L$ ）から、細部画像bk-1（ここで、 $k=1 \sim L$ ）、および、低解像度近似画像g1の残留画像glを得る。

【0044】ここで、細部画像bkは、b0から順に解像度が低くなる、すなわち、周波数帯域が低くなるものであり、bkは $(N/2)^{-(k+1)} \sim (N/2)^{-k}$ の周波数帯域の画像になっている。なお、このような細部画像bkは、それぞれ図1に図示されない画像メモリに格納される。

【0045】(B) 符号判定および強調処理：以上のように多重解像度分解処理がなされたそれぞれの細部画像bkについて、以下に述べる符号判定を行って所望信号成分とノイズ成分とを識別し、所望信号成分のみに強調処理を施すようにする。

【0046】すなわち、原画像に含まれる被写体の輪郭のような成分の信号値については、多重解像度分解処理された複数の細部画像において対応する同一の領域を表す画素の信号値の符号が一致することを、本願発明の発明者は新たに見出した。さらに、ノイズなどの不要な成分はランダムな性質を有しているため、多重解像度分解処理された複数の細部画像において同一画素の信号値の符号は一致する性質を有していないことも、見出した。したがって、以上のような性質に基づいて所望の信号成分と不要なノイズ成分とを識別することが可能である。

【0047】ここで、図3のフローチャートと図4の波形図とを参照して、符号判定部16での符号判定と、強調処理部13での強調処理の説明を行なう。まず、周波数帯域b0の画素の信号値の符号を調べる（図3S1）。図4(a)に示す周波数帯域b0の信号値の場合、①=+、②=-、③=-、④=+、となっている。

【0048】つぎに、周波数帯域b0で符号を調べた画素と同一画素において、周波数帯域b1について信号値の符号を調べる（図3S2）。図4(b)に示す周波数帯域b1の信号値の場合、①=+、②=+、③=-、④=0、となっている。

【0049】そして、周波数帯域b0とb1とで符号が一致しているかを調べる（図3S3）。符号が一致していれば（図3S3でYES）、被写体の輪郭などの所望の信号成分である可能性があるので、次のステップに進む。また、符号が一致していなければ（図3S3でNO）、被写体の輪郭などの所望の信号成分である可能性はなく、ノイズなどの不要成分である可能性が高いので、その画素については強調処理を終了する。

【0050】さらに、周波数帯域b0で符号を調べた画素と同一画素において、周波数帯域b2について信号値の符号を調べる（図3S4）。図4(c)に示す周波数帯域b2の信号値の場合、①=+、②=+、③=-、④=0、となっている。

【0051】そして、周波数帯域b0とb2とで符号が一致しているかを調べる（図3S5）。符号が一致していれば（図3S5でYES）、被写体の輪郭などの所望の信号成分である可能性があるので、次のステップに進む。また、符号が一致していなければ（図3S5でNO）、被写体の輪郭などの所望の信号成分である可能性はなく、ノイズなどの不要成分である可能性が高いので、その画素については強調処理を終了する。



○)、被写体の輪郭などの所望の信号成分である可能性はなく、ノイズなどの不要成分であるので、その画素については強調処理を終了する。

【0052】以上の符号判定により、周波数帯域 $b_0$ と $b_1$ 、 $b_0$ と $b_2$ で符号が一致している場合は、被写体の輪郭などの所望の信号成分であるので、強調処理を実行する。この図4の場合には、①と③の画素で信号値の符号が一致しており、この画素について強調処理を実行する。

【0053】なお、この符号判定部16による符号判定については、CPUと判定ソフトウェアで構成することも可能であり、また、専用のハードウェアやファームウェアで構成することも可能である。

【0054】また、強調処理の手法としては、たとえば、周波数帯域 $b_0$ の信号、周波数帯域 $b_1$ の信号を、それぞれ一つ低い周波数帯域 $b_1$ 、 $b_2$ の信号の画素値に応じて強調する。

【0055】以上のような符号判定と強調処理を、S1で周波数帯域 $b_0$ の信号の画素値の符号を調べた全ての画素について行なうようにする。なお、以上の例では、周波数帯域 $b_0$ と $b_1$ とで強調処理を行なう場合に、周波数帯域 $b_0$ と $b_1$ を含む複数の周波数帯域 $b_0 \sim b_2$ で符号の判定結果に基づいて決定していたが、これに限定されるものではない。

【0056】強調度、強調対象、判定対象の関係については、

- ・強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて強調度を決定する、
- ・強調処理を施される周波数帯域のうちの少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて強調度を決定する際に、連続する複数の周波数帯域を含む画像信号値に基づいて強調度を決定する、
- ・複数の周波数帯域の画像の信号値に基づいて、複数の周波数帯域の画像信号値に適用する強調度を決定する、
- ・画像信号値の符号に基づいて強調度を決定する、
- ・複数の周波数帯域について対応する画像信号値の符号を調べ、複数の画像信号値の符号がすべて一致した場合に強調を行なうべく前記強調度を決定する、
- ・少なくとも一つの周波数帯域の画像信号値に依存して定まる関数である強調係数を算出することにより強調度を決定する、

のようにすることが可能である。

【0057】図5および図6は符号判定対象となる周波数帯域と強調処理対象となる周波数帯域との関係の一例を示した模式図である。ここでは、周波数帯域として $b_k \sim b_{k+3}$ の4つの連続した周波数帯域を示している。

【0058】ここに示す例では、

- ・ $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が符号判定対象で、 $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ が強調処理対象(図5(a))、

- ・ $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が符号判定対象で、 $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が強調処理対象(図5(b))、

- ・ $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が符号判定対象で、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が強調処理対象(図5(c))、

- ・ $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が符号判定対象で、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ が強調処理対象(図5(d))、

- ・ $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ が符号判定対象で、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が強調処理対象(図6(a))、

- ・ $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が符号判定対象で、 $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ が強調処理対象(図5(b))、

- ・ $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ が符号判定対象で、 $b_k$ 、 $b_{k+1}$ 、 $b_{k+2}$ 、 $b_{k+3}$ が強調処理対象(図5(c))、

の例を示している。

【0059】なお、ここに示したいいくつかの例において、強調を行う周波数帯域の信号値がノイズであるか輪郭などの必要な成分であるかの判定を行う際には、強調周波数帯域より広い周波数帯域で符号を調べることで、判定の信頼度が上がると考えられる。また、強調周波数帯域より高い周波数帯域でも同一の符号を持つことを確認することで、ノイズでありながら偶然に符号が一致した高周波成分の強調を抑えることができ、輪郭などのエッジ部分の一部を形成していると考えられる部分のみを強調することが可能となる。これらの点において、上に示したもののほど優先度を高くすることが望ましい。

【0060】図7は強調度の決定手法の一例を示す説明図である。ここでは、周波数帯域 $b_k$ の強調度について、1つ低い周波数帯域 $b_{k+1}$ の信号値に応じて定める例を示している。ここで、 $b_{k+1}$ の信号値が0付近では $b_k$ の強調度は約1で強調を行わず、 $b_{k+1}$ の信号値が0から離れるに従って $b_k$ の強調度は約2にて強調処理を行なう例を示している。

【0061】このように強調処理を行なうことで、ノイズなどを増幅することなく、被写体の輪郭などの所望の成分を中心にして強調処理を施すことができる。図8は強調度の決定手法の一例を示す説明図である。ここでは、周波数帯域 $b_k$ の強調度について、複数の周波数帯域 $b_{k+1}$ と $b_{k+2}$ の信号値に応じて定める例を示している。

【0062】ここで、 $b_{k-1}/b_{k-2}$ の比を求め、この比が0付近である場合は、2つの周波数帯域に比べ、1つ低い周波数帯域の信号値の大きさは小さくなっていることから、この部分の信号値は高周波数帯域に向かい減少傾向であると判断し、強調度を約1として強調を行わない。一方、この比が大きいときは2つ低い周波数帯域に比べ、1つ低い周波数帯域の信号値の大きさは大きくなっているため、この部分の信号値は高周波数帯域に向かい増加傾向であると判断し、強調度を大きく( $>1$ )して強調処理を行う例を示している。

【0063】このように強調処理を行なうことで、ノイズなどを増幅することなく、被写体の輪郭などの所望の

成分を中心にして強調処理を施すことができる。たとえば、全ての周波数帯域で符号が一致した場合は、必要な信号値である可能性が高いとして、強調周波数帯域の全ての画素を1.5倍し、1つ以外の全ての周波数帯域で符号が一致した場合も、比較的重要な部分である可能性が他界として、強調周波数帯域の全ての画素を1.2倍するなど、符号が一致した周波数帯域の数に応じて強調度を決定するという手法が考えられる。

【0064】(C) 復元処理：図9は多重解像度分解処理された複数の細部画像を逆変換する復元処理部14の構成の一例を示すブロック図である。なお、本実施の形態例においては、ラプラシアンピラミッド法により複数の細部画像から逆変換（復元）するものとする。このラプラシアンピラミッド法によれば迅速な処理が可能となるが、他の手法を用いることも可能である。

【0065】まず、残留画像 $g_L$ が補間手段141Lによって各画素の間が補間されて4倍の大きさの画像 $g_L'$ とされる。つぎに、加算器142Lで、補間された画像 $g_L'$ と、最も低解像度の細部画像 $b_{L-1}$ とが対応する画素同士で加算され、加算画像 $g_L' + b_{L-1}$ が得られる。

【0066】ついで、この加算画像 $g_L' + b_{L-1}$ が、補間手段141L-1によって各画素の間が補間されてさらに4倍の大きさの画像 $b_{L-1}'$ とされる。つぎに、加算器142L-1で、補間された画像 $b_{L-1}'$ と、1段高解像度の細部画像 $b_{L-2}$ とが対応する画素同士で加算され、加算画像 $b_{L-1}' + b_{L-2}$ が得られる。

【0067】以上の処理を繰り返し、強調処理された細部画像を含めて、周波数帯域 $b_0$ の最高解像度の細部画像までを加算し、画像信号 $S'$ を得る。

(D) 画像出力：以上のように、多重解像度分解処理、強調処理、復元処理して得た画像信号 $S'$ について、画像出力部15において可視像として印刷あるいは表示の出力がなされる。また、各種ディスク装置にデジタルデータとして記憶される。

【0068】以上、(A)～(D)のように一連の処理により、画像信号を多重解像度分解処理して複数の細部を生成した後に、細部画像の符号に応じて選択的に強調処理を行い、再び復元処理で画像信号を再生することで、ノイズなどを強調することなく、被写体の輪郭などの所望の成分を中心にして強調処理を施すことができる。

【0069】すなわち、本実施の形態例によれば、各画素ごとに、各周波数成分の符号を参照することで、ノイズ成分が所望成分かを識別することができる。したがって、各画素ごとに、所望成分のみを選択的に強調することが可能になる。このため、周波数成分ごとに増幅度を定めていた従来例のようにノイズも含めて強調するといった不具合は解消される。

【0070】また、本実施の形態例では、多重解像度分解処理した後に、各種判定基準を当てはめることが可能

であるため、やり直しをする場合にも、多重解像度分解処理を再度行わず、符号判定と強調処理とをやり直すだけで済む。したがって、やり直しをする場合にも迅速に行なうことが可能である。

【0071】なお、以上の一連の処理の様子を模式的に示せば図10のようになる。ここでは、オリジナル画像を多重解像度分解処理で分解し、符号判定の結果に基づいて強調処理を行い、復元処理によって強調処理された画像を得る様子を示している。

【0072】なお、以上の実施の形態例においては、ラプラシアンピラミッド法を用いて多重解像度空間への変換と多重解像度空間からの逆変換を行なうようにしていた。この変換と逆変換とを、ウェーブレット変換により行なうことで、任意の方向（縦方向、横方向、斜め方向）についての強調処理を行なうことが可能になる。

【0073】また、以上の実施の形態例の画像処理方法および画像処理装置は、放射線画像、MRIによる画像、CTによる画像、その他広帯域の各種画像において強調処理を行なうに適している。

【0074】

【発明の効果】以上実施の形態例と共に詳細に説明したように、この明細書記載の各発明によれば以下のような効果が得られる。

【0075】(1) 請求項1と請求項9とに記載の発明では、画像を多重解像度空間に変換して複数の周波数帯域毎に分解し、複数の周波数帯域に分解された各周波数帯域の画像のうち少なくとも一つの周波数帯域に対して強調処理を施した後に、周波数帯域の画像を逆変換しており、この際に、強調処理の度合を定めるための強調度を、強調処理を施される周波数帯域のうち少なくとも一つを含む、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて決定している。

【0076】このように、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて強調処理を行なうことで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを区別することが可能になり、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能になる。

【0077】(2) 請求項2と請求項10とに記載の発明では、連続する複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて強調度を決定することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを区別することが容易になる。

【0078】(3) 請求項3と請求項11とに記載の発明では、複数の周波数帯域の画像信号値に基づいて、複数の周波数帯域に適用する強調度を決定することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを区別することが容易になると共に、複数の周波数帯域から得た情報を複数の周波数帯域に適用することで、複数の帯域にまたがる輪郭などの所望の信号成分を強調すること



が可能となる。

【0079】(4) 請求項4と請求項12とに記載の発明では、複数の周波数帯域の画像信号値の符号に基づいて強調度を決定することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを明確に区別することが可能になり、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能になる。

【0080】(5) 請求項5と請求項13とに記載の発明では、複数の周波数帯域の画像信号値の符号が一致した場合に強調処理を実行することで、ノイズなどの成分と画像の輪郭などの所望の信号成分とを明確に区別し、画像に含まれるノイズ成分は強調せずに、輪郭などの必要な信号成分のみを強調することが可能になる。

【0081】(6) 請求項6と請求項14とに記載の発明では、少なくとも一つの周波数帯域の画像信号値に依存して定まる関数である強調係数を算出することにより強調度を決定することで、強調度を代数的な演算のみによって得ることができ、処理の迅速化を図ることが可能になる。

【0082】(7) 請求項7と請求項14とに記載の発明では、ラプラシアンピラミッド法を用いて多重解像度空間への変換と多重解像度空間からの逆変換を行なうことで、上述した各請求項における処理を迅速に行なうことが可能になる。

【0083】(8) 請求項8と請求項15とに記載の発明では、ウェーブレット変換を用いて多重解像度空間への変換と多重解像度空間からの逆変換を行なうことで、任意の方向についての強調処理を行なうことが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態例で使用する画像処理装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態例で使用する画像処理装置の主要部の構成を示す機能ブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態例の強調処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態例の符号判定の様子を示す説明図である。

【図5】本発明の実施の形態例の符号判定対象と強調処理対象の周波数帯域の関係を示す説明図である。

【図6】本発明の実施の形態例の符号判定対象と強調処理対象の周波数帯域の関係を示す説明図である。

【図7】本発明の実施の形態例における強調度決定の様子を示す説明図である。

【図8】本発明の実施の形態例における強調度決定の様子を示す説明図である。

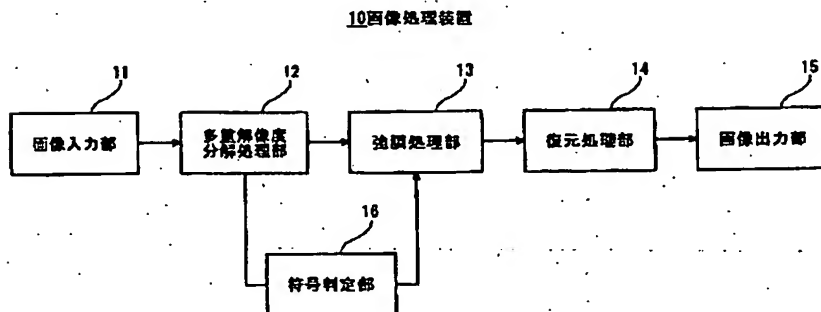
【図9】本発明の実施の形態例で使用する画像処理装置の主要部の構成を示す機能ブロック図である。

【図10】本発明の実施の形態例における全体の処理の様子を示す説明図である。

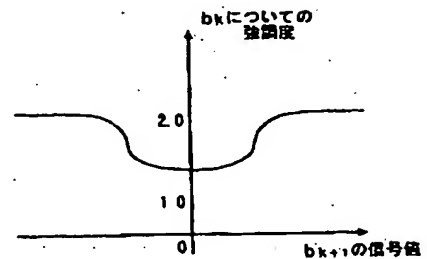
#### 【符号の説明】

- 10 画像処理装置
- 11 画像入力部
- 12 多重解像度分解処理部
- 13 強調処理部
- 14 復元処理部
- 15 画像出力部
- 16 符号判定部

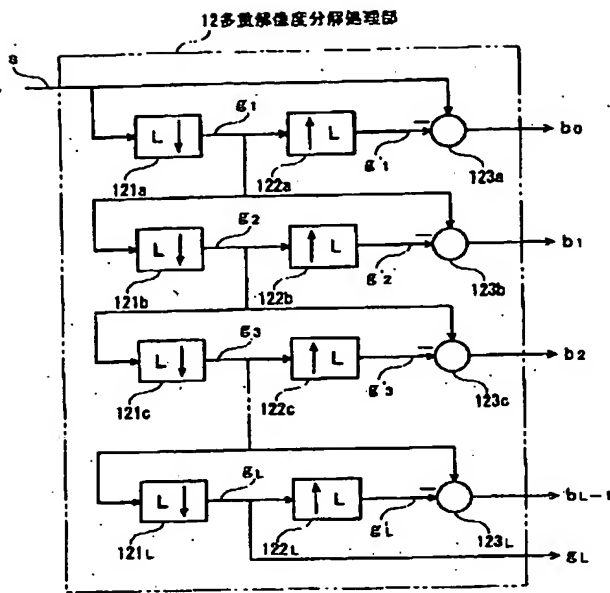
【図1】



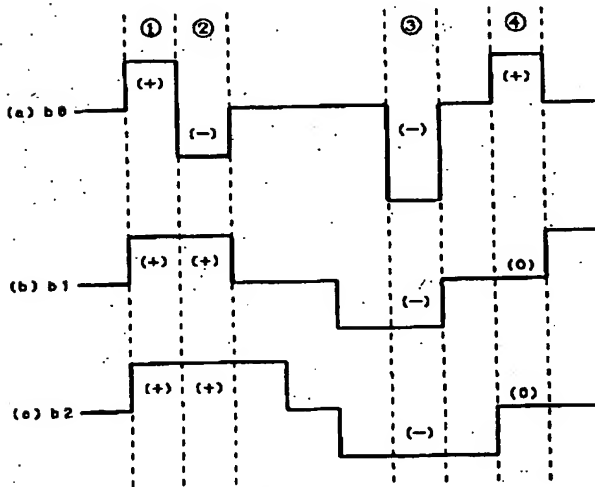
【図7】



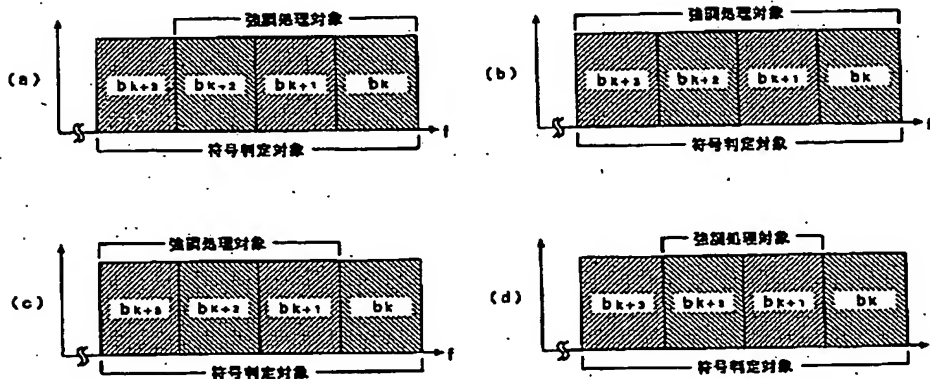
【図2】



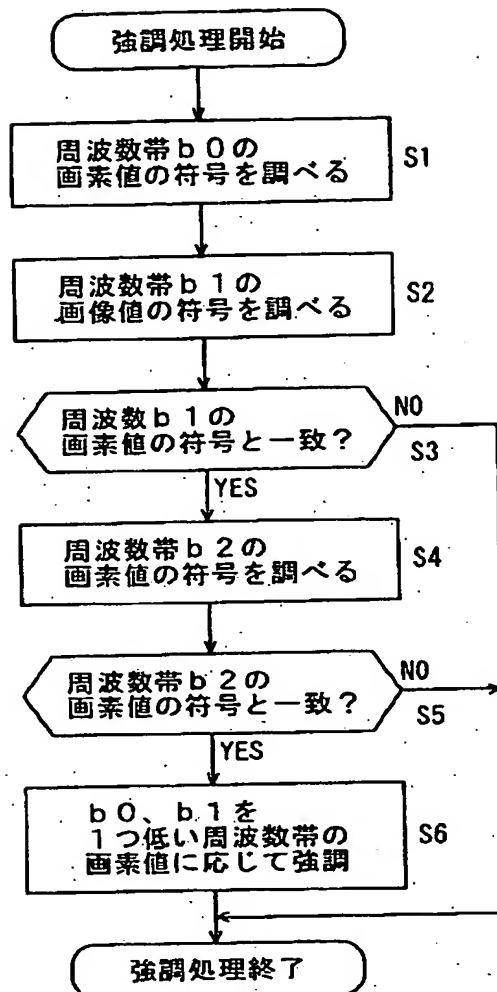
【図4】



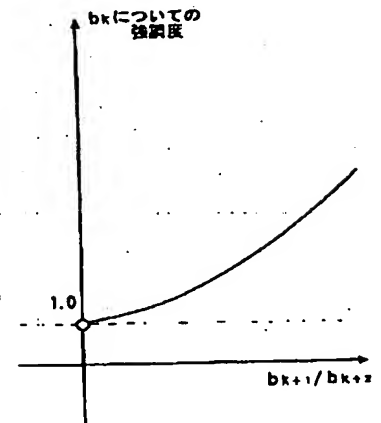
【図5】



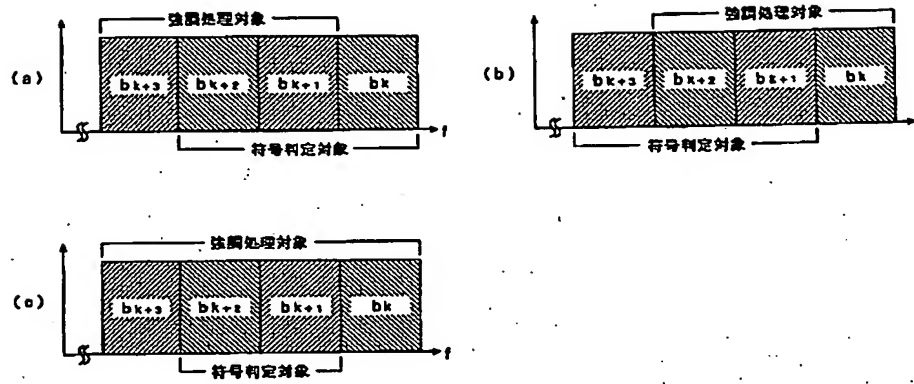
【図3】



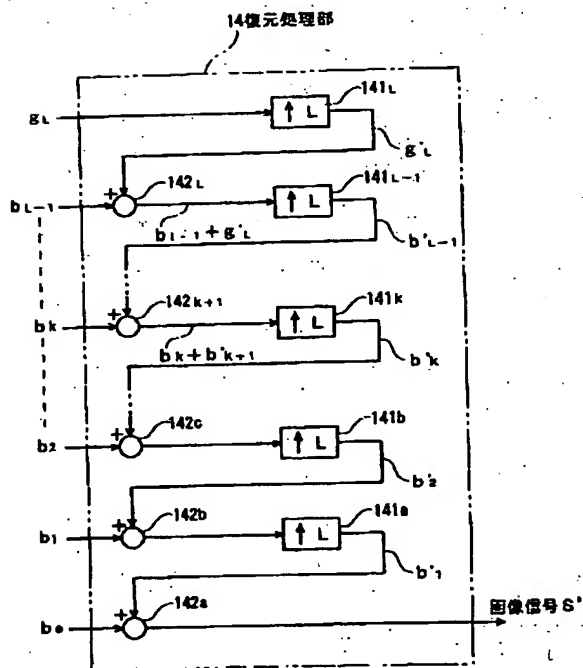
【図8】



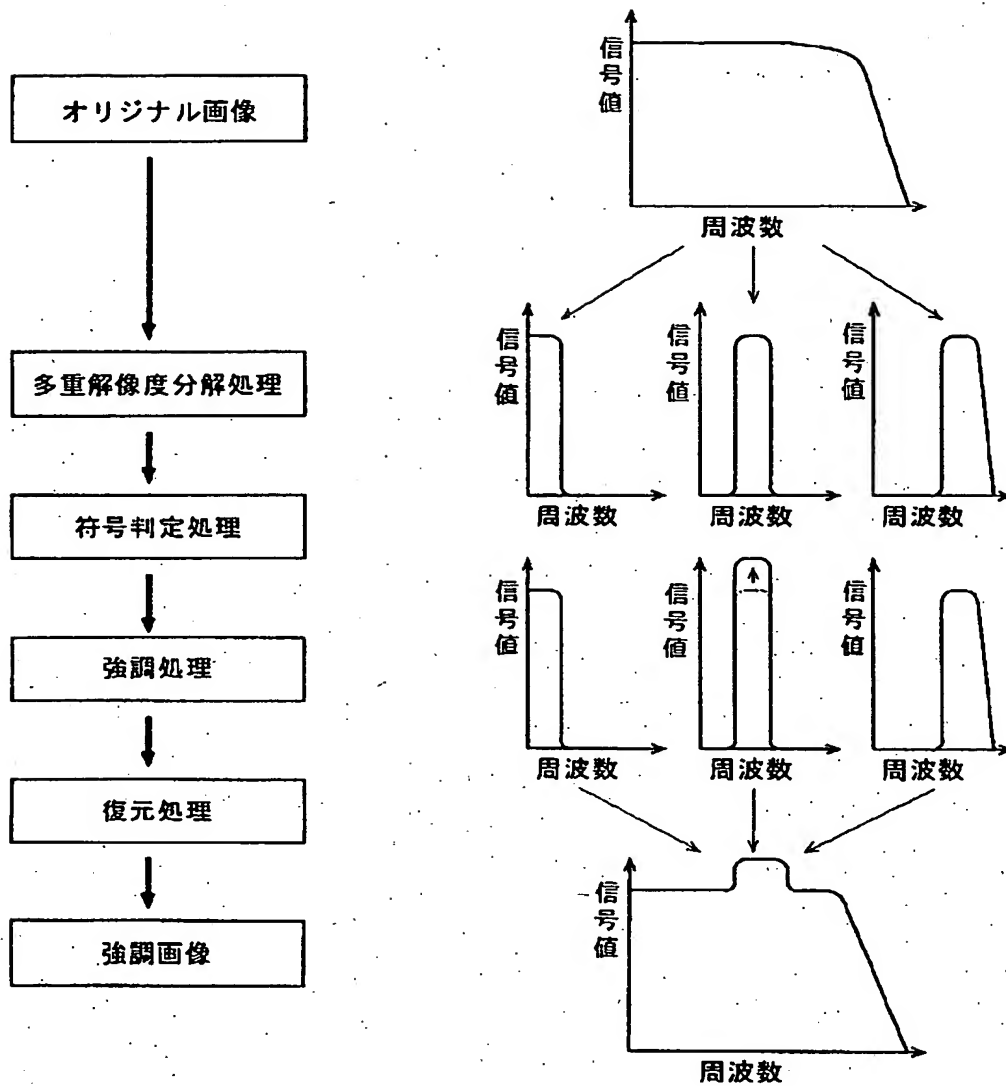
【図6】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**